

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-116506

(43)Date of publication of application : 02.05.1997

(51)Int.Cl.

H04B 10/28  
H04B 10/26  
H04B 10/14  
H04B 10/04  
H04B 10/06  
H04B 10/02  
H04J 14/00  
H04J 14/02

(21)Application number : 07-268476

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 17.10.1995

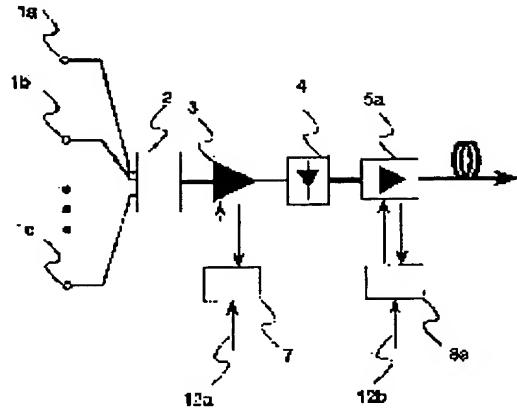
(72)Inventor : KOMATSUZAKI KAZUHIRO

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the power consumption of an optical amplifier by providing a gain control circuit controlling a variable gain amplifier depending number of carriers to be sent and an output control circuit controlling an optical output power of the optical amplifier.

SOLUTION: The optical transmission system where plural carriers with data superimposed on them from input terminals 1a, 1b, 1c are frequency-multiplexed, an optical transmitter 4 is used to convert the multiplexed carriers into an optical signal, an optical amplifier 5a amplifies the optical signal and the amplified signal is transmitted is provided with a variable gain amplifier 3 varying the amplitude of the frequency multiplex signal received by the optical transmitter 4, a gain control circuit 7 controlling the gain of the amplifier 3, and an output control circuit 8a controlling the optical output power of the optical amplifier 5a. Then the gain control circuit 7 and the output control circuit 8a calculate the optical modulation per one carrier to control the gain of the variable gain amplifier 3 and to control the optical output power of the optical amplifier 5a.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-116506

(43)公開日 平成9年(1997)5月2日

(51)Int.Cl.<sup>a</sup>  
H 04 B 10/28  
10/26  
10/14  
10/04  
10/06

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 04 B 9/00

技術表示箇所  
Y  
X  
E

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁) 最終頁に続ぐ

(21)出願番号 特願平7-268476

(22)出願日 平成7年(1995)10月17日

(71)出願人 000005120

日立電線株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72)発明者 小松崎 和宏

茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内

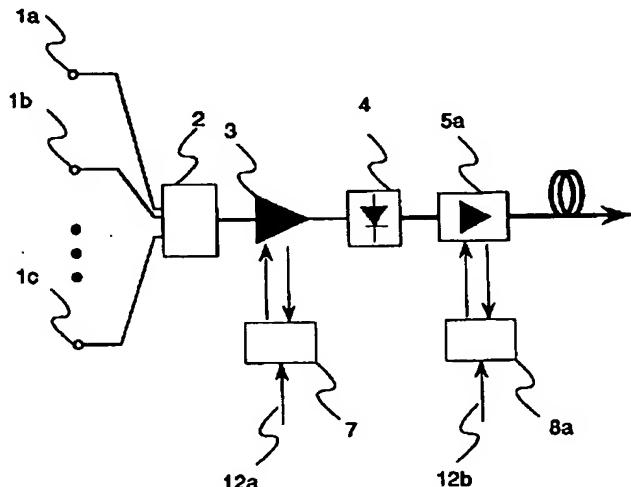
(74)代理人 弁理士 細谷 信雄

(54)【発明の名称】光伝送システム

(57)【要約】

【課題】光増幅器の消費電力を少なくさせる光伝送システムを提供する。

【解決手段】データが重畠された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器4により光信号に変換し、その光信号を光増幅器5aにより増幅する光伝送システムにおいて、送信する搬送波の数に応じて可変利得増幅器3の利得を制御し、光送信器4に入力する周波数多重信号の振幅を変化させると共に、送信する搬送波の数に応じて光増幅器5aの光出力電力を制御する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** データが重畳された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器により光信号に変換し、その光信号を光増幅器により増幅する光伝送システムにおいて、前記光送信器に入力する前記周波数多重信号の振幅を変化させる可変利得増幅器と、送信する搬送波の数に応じて前記可変利得増幅器の利得を制御する利得制御回路と、送信する搬送波の数に応じて前記光増幅器の光出力電力を制御する出力制御回路とを備えたことを特徴とする光伝送システム。

**【請求項2】** データが重畳された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器により光信号に変換し、その光信号を光増幅器により増幅する光伝送システムにおいて、前記光送信器に入力する前記周波数多重信号の振幅を変化させる可変利得増幅器と、送信する搬送波の数に応じて前記可変利得増幅器の利得を制御する利得制御回路と、送信する搬送波の数を表す制御データを前記周波数多重信号に重畳する変調器と、前記光信号を受信して周波数多重信号に変換する光受信器と、この周波数多重信号より前記制御データを再生する復調器と、この再生した制御データに応じて前記光増幅器の光出力電力を制御する出力制御回路とを備えたことを特徴とする光伝送システム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、光増幅器を使用する光伝送システムに係り、特に、光増幅器の消費電力を少なくする光伝送システムに関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** データが重畳された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器により光信号に変換して光ファイバ中に送出し、光ファイバを伝搬する前記光信号を光増幅器により増幅する光伝送システムの一例を図4に示す。データが重畳された複数の搬送波は入力端子1a, 1b, …, 1cから入力され、これらの入力信号は合分波器2を用いて周波数多重される。その後、予め搬送波一波当たりの光変調度がある値になるように調整されている利得一定の固定増幅器13によって周波数多重信号の振幅が増幅される。この周波数多重信号が光送信器4によって光信号に変換され、その光信号が光ファイバからなる光伝送路へ送信される。光伝送路では光増幅器5aによって光信号の光電力が増幅され各端末へ伝送される。

**【0003】** また、光増幅器と光分岐器を多段用いる場合の光伝送システムを図5に示す。図5において、入力端子1'a, 1'b, …, 1'cから光増幅器5aまでの構成及び動作は図4と同じであるため省略する。光信号は、光増幅器5aによって光増幅され、光分岐器6で光信号が分配される。分配された光信号は、光増幅器5b, …, 5cを用いて各々光電力が増幅され、各端末へ伝送

される。図4及び図5のような光伝送システムでは、搬送波一波当たりの光変調度、端末の受光電力、光増幅器及び光分岐器の使用段数は、最大の搬送波の数を伝送する場合において光伝送系に要求される信号対雑音比と複合歪などの性能を満足するように決められる。図4及び図5のような増幅器を使用する光伝送システムでは、光増幅器5aの励起用に使用されるLD(レーザダイオード)のバイアス電流が光送信器4に用いられているLDのバイアス電流に比べて大きいため、光伝送系に占める光増幅器の消費電力の割合が大きくなるという問題がある。このような光伝送システムでは、搬送波の数が変化した場合も搬送波一波当たりの光変調度、端末の受光電力は常時一定の状態で使用されるため、伝送する搬送波の数が変化しても光増幅器の消費電力は時間に比例して増加する。

**【0004】**

**【発明が解決しようとする課題】** 前記した従来技術にあっては、光伝送系に占める光増幅器の消費電力の割合が大きいという問題があった。

**【0005】** そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、光増幅器の消費電力を少なくする光伝送システムを提供することにある。

**【0006】**

**【課題を解決するための手段】** 上記目的を達成するため本発明は、データが重畳された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器により光信号に変換し、その光信号を光増幅器により増幅する光伝送システムにおいて、前記光送信器に入力する前記周波数多重信号の振幅を変化させる可変利得増幅器と、送信する搬送波の数に応じて前記可変利得増幅器の利得を制御する利得制御回路と、送信する搬送波の数に応じて前記光増幅器の光出力電力を制御する出力制御回路とを備えたものである。

**【0007】** また、データが重畳された複数の搬送波を周波数多重し、この周波数多重信号を光送信器により光信号に変換し、その光信号を光増幅器により増幅する光伝送システムにおいて、前記光送信器に入力する前記周波数多重信号の振幅を変化させる可変利得増幅器と、送信する搬送波の数に応じて前記可変利得増幅器の利得を制御する利得制御回路と、送信する搬送波の数を表す制御データを前記周波数多重信号に重畳する変調器と、前記光信号を受信して周波数多重信号に変換する光受信器と、この周波数多重信号より前記制御データを再生する復調器と、この再生した制御データに応じて前記光増幅器の光出力電力を制御する出力制御回路とを備えたものである。

**【0008】**

**【発明の実施の形態】** 一般に、光伝送システムでは、搬送波一波当たりの光変調度、端末の光受信器の受光電力、光増幅器及び光分岐器の使用段数、光増幅器の増幅

率、搬送波の数は、光伝送系に要求される信号対雑音比及び歪などの性能を満足するように決定される。

【0009】光伝送系で生じる歪として、(a) LDの入出力特性の非線形とクリッピングにより生じる歪、

(b) LDのチャープと伝搬遅延や透過損失に波長依存性を持つ媒体により生じる歪、(c) 非線形光学効果による歪、などがある。

【0010】LDの光出力電力を一定とした場合、搬送波一波当たりの光変調度と共に(a)の歪値のみが変化

$$\mu = m \sqrt{N}$$

【0012】ここで、 $\mu$ は実効変調度、mは搬送波一波当たりの変調度である。

【0013】また、光増幅器を用いた場合の信号対雑音

$$CNR^{-1} = \frac{2 RIN}{m^2} + \frac{4 e (RoRr + Id)}{(m RoPr)^2} + \frac{IT^2}{(m RoPr)^2} + \frac{4 h N F}{m^2 Pin} B \dots (2)$$

【0015】ここで、RINは光源の相対雑音強度、R<sub>o</sub>は光受信器の感度、Idは受光素子暗電流、P<sub>r</sub>は光受信器の受光電力、I<sub>t</sub>は受光素子の熱雑音、hはプランクの定数、NFは光増幅器の雑音指数、Pinは光増幅器への入力信号光電力である。

【0016】この式より、光変調度と端末の受光電力によって信号対雑音比は決まり、搬送波一波当たりの光変調度を大きくすると端末の光受信器の受光電力を小さく

$$m \cdot P_r = \text{一定}$$

【0019】以下では、光伝送系に要求される信号対雑音比CNR<sup>-1</sup>が小さい場合について説明する。

【0020】本発明の第一の実施形態を述べる。図1に示されるように、本発明の光伝送システムは、データが重畠された入力端子1a, 1b, …, 1cからの複数の搬送波を合分波器2で周波数多重し、前記周波数多重信号を光送信器4により光信号に変換し、その光信号を光増幅器5aにより増幅して送出する光伝送システムにおいて、前記光送信器4に入力する前記周波数多重信号の振幅を変化させる可変利得増幅器3と、送信する搬送波の数に応じて前記可変利得増幅器3の利得を制御する利得制御回路7と、送信する搬送波の数に応じて前記光増幅器5aの光出力電力を制御する出力制御回路8aとを具備している。

【0021】伝送する搬送波の数が変化した場合、まず搬送波の数をデータ入力線12a, 12bを用いて利得制御回路7及び出力制御回路8aに入力する。利得制御回路7では(1)式より搬送波一波当たりの光変調度を算出し、算出した搬送波一波当たりの光変調度になるように可変利得増幅器3の利得の制御を行う。可変利得増幅器3では利得制御回路7の命令に従い利得を変化させる。一方、出力制御回路8aでは(1)式から搬送波一波当たりの光変調度を算出し、端末において(3)式を満足するように光増幅器5aの光出力電力をバイアス電

する。搬送波の数が一定の状態において、(a)の歪は搬送波一波当たりの光変調度が大きくなると増加し、搬送波一波当たりの光変調度が小さくなると小さくなる。搬送波数が変化する場合、(1)式を満足するように搬送波一波当たりの光変調度を変化させれば搬送波一波当たりの光変調度がいかなる場合においても歪値は等しくなる。

【0011】

【数1】

$$\dots (1)$$

比CNR<sup>-1</sup>は(2)式で示される。

【0014】

【数2】

$$\frac{IT^2}{(m RoPr)^2} + \frac{4 h N F}{m^2 Pin} B \dots (2)$$

できることがわかる。

【0017】ここで、光伝送系に要求される信号対雑音比CNR<sup>-1</sup>が小さい場合、(2)式中の第1項、第2項及び第4項は無視できるため、搬送波一波当たりの光変調度mと受光電力P<sub>r</sub>との関係は(3)式のようになる。

【0018】

【数3】

$$\dots (3)$$

流を変えて制御する。伝送する搬送波の数が少なくなると光増幅器5aのバイアス電流は小さくなるため、最大の搬送波の数を伝送する場合より光増幅器の消費電力を少なくすことができる。

【0022】なお、利得の制御に際し電気的制御と光的制御との2段を用いる理由は受信側における信号の性能(CNR、歪等)を満足させるためである。以下に、CNRと歪の関係について説明する。

【0023】光増幅器を用いた場合の信号対雑音比CNR<sup>-1</sup>は(2)式で表すことができる。(2)式において、例えばCNR<sup>-1</sup>が小さいとすれば(3)式のように近似できる。この式からCNR<sup>-1</sup>は光受信器の受光電力P<sub>r</sub>と搬送波一波当たりの光変調度mとに比例することがわかる。そのため、搬送波一波当たりの光変調度を上げれば、光受信器の受光電力を下げても要求されるCNR<sup>-1</sup>を満たすことが可能である。光増幅器を用いるシステムの場合、光増幅器の増幅率を変えることにより受信器の受光電力を変化させることができる。光増幅器の増幅率は励起用LDの光出力電力に依存するので、増幅率を下げれば励起用LDのバイアス電流を少なくできる。その結果、光増幅器の消費電力が小さくなる。

【0024】ただ単に搬送波一波あたりの光変調度をあげてしまうと、歪が要求される性能を満たさなくなる可能性がある。歪は(1)式に示したように搬送波一波当

たりの光変調度と伝送チャネル数とに依存する。そのため、伝送チャネル数が変化したとき（1）式を満足するように搬送波一波当たりの光変調度を変える必要がある。

【0025】光増幅器を用いる光伝送システムにおいて、伝送データ数の最大値でシステム設計され、常時その状態で用いられる。このような光伝送システムにすれば、伝送データ数が変化した際、受信側における信号の性能（CNR、歪等）を満たしながら、光増幅器の消費電力を抑えることができる。

【0026】次に、第二の実施形態について述べる。

【0027】図2に示されるように、本発明の光伝送システムは、前記第一の実施形態と同様、入力端子1a、1b、…、1c、合分波器2、可変利得増幅器3、光送信器4、光増幅器5a、利得制御回路7、出力制御回路8aとを備えている。前記第一の実施形態との相違点は、伝送する搬送波の数の制御データを出力制御回路8aへ送信する媒体に光信号を用いる点が異なる。そのため、第一の実施例の他に、搬送波の数を表す制御データを変調して前記周波数多重信号に重畳する変調器9と、光信号を分歧するデータ用光分岐器14と、この光信号を受信して周波数多重信号に変換する光受信器10と、この周波数多重信号より前記制御データを再生する復調器11とを具備する。そして、出力制御回路8aは、再生した制御データに応じて前記光増幅器の光出力電力を制御するようになっている。

【0028】ここでは、送信する搬送波の数を表す制御データの流れを説明する。送信する搬送波の数の制御データがデータ入力線12aを用いて変調器9に入力される。変調器9は変調を行い、この変調信号は、合分波器2によって周波数多重された複数の搬送波と合波される。その周波数多重信号は、可変利得増幅器3を通り光送信器4で光信号に変換される。この光信号は光増幅器5aで光増幅される。データ用光分岐器14で光信号の一部が分歧される。この分歧された光信号は、光受信器10に入力される。光受信器10では光信号を電気信号である周波数多重信号に変換する。この周波数多重信号は、復調器11によって元の送信する搬送波の数を示す制御データに復調される。この制御データが出力制御回路8aに送られ、出力制御回路8aではバイアス電流を変えることにより光増幅器5aの光出力電力を制御する。

【0029】次に、第三の実施形態について述べる。

【0030】図3は、本発明の光伝送システムの光増幅器と光分岐器とを多段に用いる場合を示す図である。この場合、光信号は、光増幅器5aによって光増幅され、光分岐器6で分配される。そこで、各光増幅器5a～5cにそれぞれ出力制御回路8a～8cを設け、送信する搬送波の数の制御データはデータ入力線12a～12d

を介し出力制御回路8a～8c及び利得制御回路7に入力する。出力制御回路8a～8c及び利得制御回路7の制御方法は、第一の実施形態と同じであるため省略する。

【0031】このように光増幅器5a～5cと光分岐器6とを多段に用いる光伝送システムにあっても、送信する搬送波の数の制御データを光信号で伝送することにより、各光増幅器5a～5cのそれぞれを制御することができる。その場合、第二の実施形態のように光信号を分歧する分岐器と、光信号を電気信号に変換する光受信器と、伝送する搬送波の数を表す制御データに復調する復調器とを各出力制御回路8a～8cのそれぞれに設けることになる。出力制御回路8a～8cの制御方法は、第二の実施形態と同じになる。即ち、送信する搬送波の数を表す制御データは光信号によって各出力制御回路8a～8cに伝送され、光増幅器5a～5cはそれぞれ光出力電力を制御されることになる。

【0032】

【発明の効果】本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

【0033】（1）送信する搬送波の数に応じ光増幅器の消費電力を変えることができる。また、送信する搬送波の数が減少した場合に光増幅器の消費電力を抑えることができる。また、搬送波の数が最大値より小さいならば、光増幅器の消費電力量は搬送波の数が最大値のときより少なくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施形態を示す光伝送システムの構成図である。

【図2】本発明の第二の実施形態を示す光伝送システムの構成図である。

【図3】本発明の第三の実施形態を示す光伝送システムの構成図である。

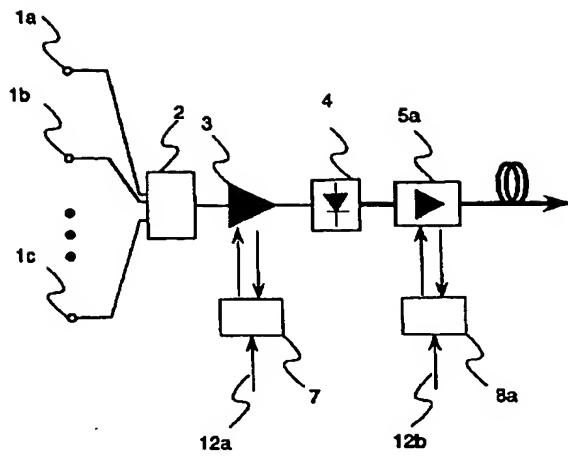
【図4】従来技術を示す光伝送システムの構成図である。

【図5】従来技術を示す光伝送システムの構成図である。

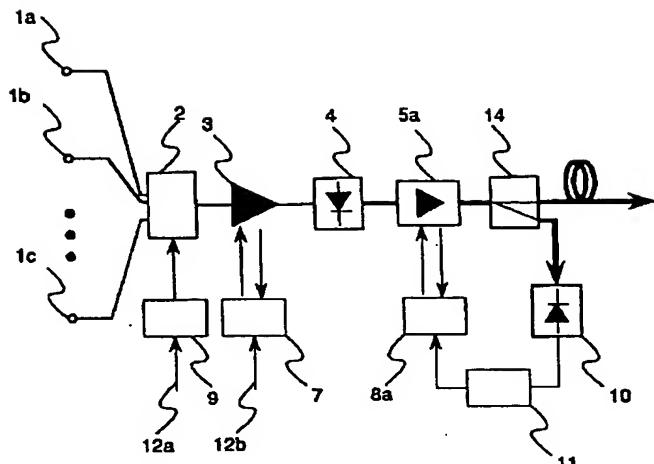
【符号の説明】

- 1a、1b、1c 入力端子
- 2 合分波器
- 3 可変利得増幅器
- 4 光送信器
- 5a、5b、5c 光増幅器
- 7 利得制御回路
- 8a、8b、8c 出力制御回路
- 9 変調器
- 10 光受信器
- 11 復調器
- 14 データ用光分岐器

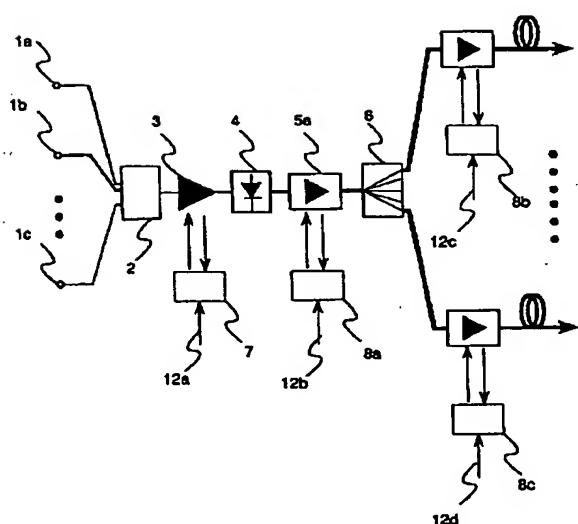
【図1】



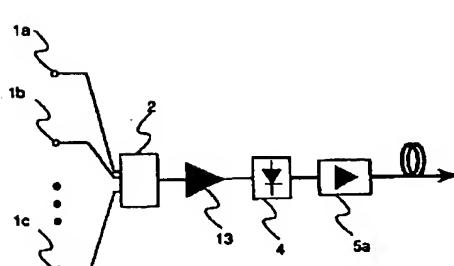
【図2】



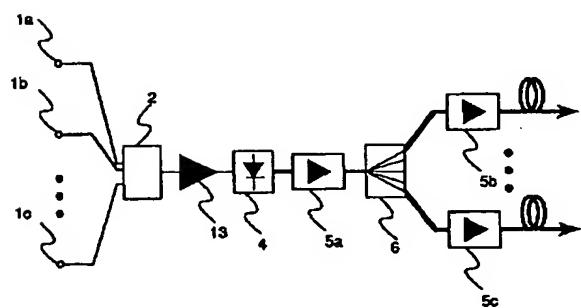
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	10/02			
H 0 4 J	14/00			
	14/02			